

P. Navarro C. Besada A. Guardado A. Salvador

APTITUD PARA LA DESVERDIZACIÓN DE LA NUEVA CLEMENTINA 'NERO'

Centro de Tecnología Postcosecha,
Instituto Valenciano de
Investigaciones Agraria (IVIA)
Ctra. Moncada-Náquera Km 4,5.
46113 Moncada (Valencia) España

INTRODUCCIÓN

'Nero' es una nueva variedad derivada del mandarino Clementino de Nules (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.) obtenida en el Centro de Genómica del IVIA y que fue registrada en 2006 por presentar algunas características agronómicas mejoradas (Iglesias *et al.*, 2006). Se trata de una variedad que sin perder las características propias del Clementino de Nules, muestra diferencias significativas que permiten clasificarla como una variedad temprana de Clementino sin semillas, presentando un adelanto del cambio de color y de la maduración interna de entre 10 y 15 días en relación a su parental Clementino de Nules (Usach *et al.*, 2011).

La época de recolección de esta variedad la hace susceptible de ser sometida al tratamiento de desverdización con el fin de adelantar la campaña comercial de clementinas.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la aptitud al tratamiento de desverdización de la nueva clementina Nero recolectada en diferentes estados de madurez.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la campaña 2012-13, se realizaron tres recolecciones de frutos de 'Nero' procedentes de las parcelas experimentales del Centro de Genómica del IVIA, a partir del momento en el que los frutos superaron el índice de madurez mínimo exigido para su comercialización ($IM > 7$)

Resumen

'Nero' es una nueva variedad derivada del mandarino Clementino de Nules (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.) obtenida en el Centro de Genómica del IVIA. Presenta muy buenas características organolépticas y su recolección se adelanta entre 10 y 15 días a la de su parental Clementines.

En este trabajo se estudia la aptitud al tratamiento de desverdización de la variedad Nero, que por su época de recolección permitiría un adelanto en su comercialización. Se estudiaron los cambios en el color externo y calidad interna de frutos de 'Nero' recolectados con diferentes índices de color, tras el desverdizado durante 120 horas con o sin aplicación de etileno (1-2 ppm), así como tras la simulación de comercialización a la UE o a USA con tratamiento de cuarentena por frío.

La variedad Nero mostró una buena respuesta al tratamiento de desverdización con etileno, cuando fue recolectada con índice de color (1000a/Lb) superior a -14. En la simulación de comercialización a la UE o USA no se vieron afectados negativamente los parámetros de calidad evaluados. En la campaña de estudio, la variedad 'Nero' presentó una alta sensibilidad a las alteraciones del cáliz asociadas al desverdizado con etileno, que fue similar a la que presentó 'Clemenules' y se redujo de forma importante con la aplicación de tratamiento previo con auxinas.

(Reglamento UE Nº 543/2011). La primera recolección (R1) se realizó el 29 de septiembre, la segunda (R2) el 13 de octubre y la tercera (R3) el 2 de noviembre del 2012. En la tercera y última recolección se cosecharon también frutos de su parental Clemenules para realizar las oportunas comparaciones.

En cada una de las recolecciones se tomó una muestra representativa de 25 frutos sobre la que se determinó el valor inicial de firmeza, índice de madurez, porcentaje de zumo, contenido en etanol y evaluación sensorial y se formaron lotes homogéneos de 20-40 frutos para ser sometidos a diferentes tratamientos y condiciones de comercialización.

Antes de realizar el tratamiento de desverdización se midió individualmente el color de la totalidad de frutos de cada lote debidamente identificados para el posterior seguimiento de evolución del color.

Los diferentes lotes fueron sometidos a tratamiento de desverdización con o sin adición etileno durante 120 horas. La

desverdización con etileno (20°C, 90% HR, 1-2 ppm etileno) se realizó en las instalaciones comerciales de la empresa Fontestad S.A., mientras que la desverdización sin adición de etileno (20°C, 90%HR) se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Postcosecha del IVIA. En la tercera recolección, se aplicó un tratamiento de 2,4-D (10ppm en baño de 2 minutos) previo al desverdizado con etileno para el control de las alteraciones del cáliz.

Tras el tratamiento de desverdización, los frutos se mantuvieron a temperatura ambiente durante 24 horas para su atemperado (D+1), y se sometieron al paso por línea de confección donde se encerraron con un recubrimiento comercial (14% de sólidos totales con 2000 ppm de imazalil como fungicida). Finalmente los frutos fueron almacenados en cámara frigorífica simulando comercialización a países de la Unión Europea (3 días a 5°C + 6 días a 20°C) o a USA con el requerido tratamiento de cuarentena por frío (15 días a 1°C + 6 días a 20°C).

NERO R1 (29 Sept, IC= -18)



NERO R2 (13 Oct, IC= -14)



NERO R3 (2 Nov, IC= -7.5)



CLEMENULES (2 Nov, IC= -14)



Fotografía 1.

Aspecto de los frutos de 'Nero' y 'Clemenules' tras la cosecha y después del desverdizado mas una simulación de comercialización a USA con tratamiento de cuarentena por frío. Condiciones del tratamiento de desverdización: 20°C, 90% HR, 120 horas; sin etileno (0 ppm), con etileno (1-2ppm) y con aplicación previa de 2,4-D (10 ppm).



COSECHA

SIN ETILENO

CON ETILENO

CON ETILENO+2,4D

Al finalizar los diferentes periodos de comercialización (UE y USA) se realizaron las siguientes determinaciones: índice de color, firmeza, contenido en sólidos solubles totales, acidez, porcentaje de zumo, contenido en etanol y sabor global. También se evaluó la incidencia de alteraciones externas asociadas al tratamiento de desverdización (ennegrecimiento y caída del cáliz).

El color de los frutos se determinó mediante un colorímetro por reflexión Minolta, mod. CR-300, utilizando los parámetros de Hunter L, a, b y expresando los resultados como índice de color (IC= 1000.a/L.b). La textura se determinó sobre 20 frutos por tratamiento mediante un texturómetro Instron Universal Machine (mod. 3343), expresando los resultados como porcentaje de deformación al aplicar una fuerza de 10N en la zona ecuatorial del fruto. Los sólidos solubles totales (SST), acidez total y contenido en etanol se determinaron en 3 zumos de 7 frutos por tratamiento. Los sólidos solubles totales se midieron con un refractómetro digital (Atago mod. PR-1), expresándose en °Brix. La acidez total, expresada como g. ácido cítrico/100mL, se determinó por titulación con hidróxido sódico 0.1N y el contenido en etanol del zumo se determinó por cro-

matografía gaseosa de espacio de cabeza. El índice de madurez (IM) se calculó como cociente entre los SST y la acidez. La evaluación organoléptica se realizó mediante un panel de 6 catadores entrenados empleando escalas de sabor de nueve niveles. La evaluación de alteraciones fisiológicas se efectuó sobre el total de frutos por lote aplicando diferentes grados de afección: frutos sin alteraciones (cáliz verde) y frutos con alteraciones en el cáliz (cáliz ennegrecido y cáliz caído). El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico Statgraphics Plus Versión 4.1, mediante el análisis de la varianza (ANOVA). Las diferencias mínimas entre las medias se establecieron a partir del test LSD (diferencia mínima significativa) con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra la evolución del color en los frutos de 'Nero' y 'Clemenules' sometidos al tratamiento de desverdizado y posterior simulación de comercialización a UE ó a USA.

Los frutos de 'Nero' fueron cosechados con un índice de color (IC) de -18, -14 y -8,5 en las recolecciones R1, R2 y

R3 respectivamente. En la última recolección en la que también fueron cosechados frutos de 'Clemenules', éstos presentaban un IC de -14, lo que refleja un adelanto de color de aproximadamente 15 días de la variedad Nero respecto a su parental, coincidiendo con lo reportado por Usach *et al.* (2011).

En todos los ensayos el tratamiento de desverdización provocó un incremento del IC del fruto (D+1), que fue significativamente mayor cuando se realizó con adición de etileno. Tras el tratamiento de desverdizado, durante el posterior período de comercialización, el color externo siguió evolucionando pero de manera más lenta, sin verse diferencias entre el color que alcanzó la fruta en destino de comercialización a UE y USA.

En la primera recolección de 'Nero' (R1), los frutos, con IC inicial de -18 alcanzaron tras el desverdizado con etileno al final de la comercialización a UE y USA un IC cercano a +4. Hay que tener en cuenta que el IC mínimo exigido para la comercialización de clementinas es de +6 (DOGV N°5346/2006).

Sigue en pag. 194 ►

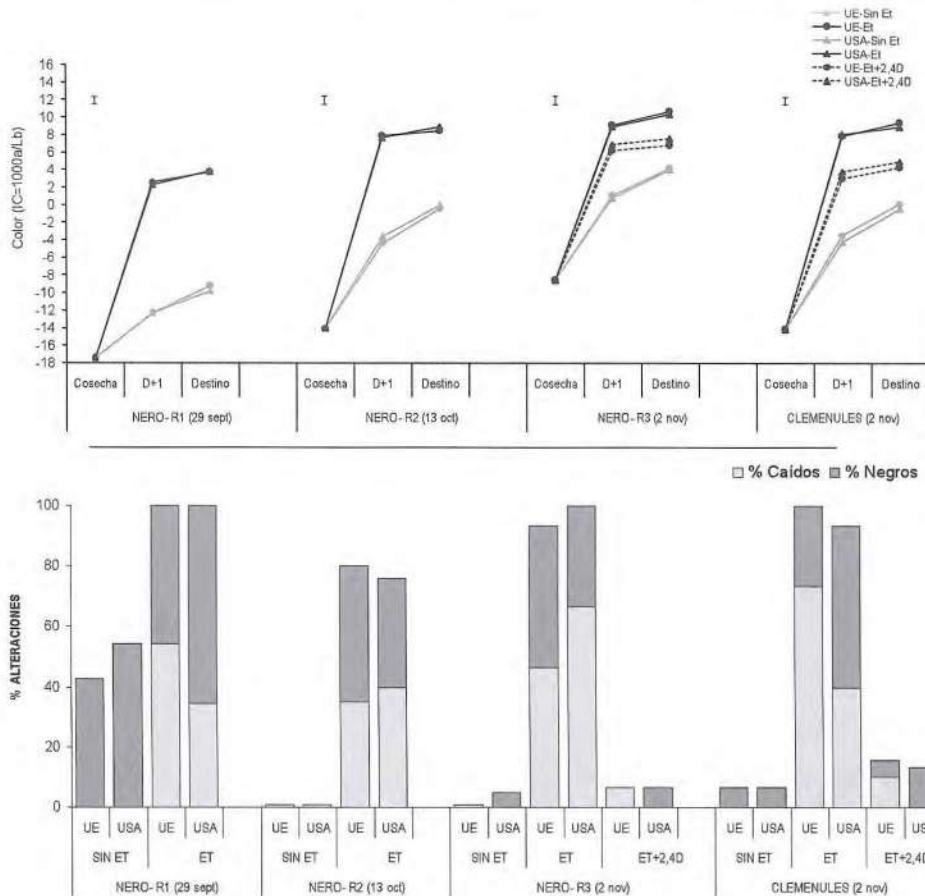


Figura 1. Evolución del color de los frutos de clementinas 'Nero' y 'Clemenules' desverdizadas durante 120 horas (20°C, 90% HR) con etileno (1-2 ppm, Et), sin etileno (0 ppm, Sin Et) o con aplicación previa de 2,4-D a 10 ppm (Et+2,4-D) comercializadas a la UE y USA con tratamiento de cuarentena por frío. Las barras verticales representan intervalos LSD (95%).

lizara una aplicación previa de 2,4-D, con el objetivo de evaluar su efecto sobre las alteraciones, así como sobre el cambio de color. Es conocido el efecto del 2,4-D sobre las alteraciones del cáliz en fruta desverdizada y aunque en la actualidad no está registrado para su uso comercial, hay estudios realizados con otras auxinas con el mismo efecto, algunas de ellas en fase de registro (Carvalho *et al* 2008; Sdiri *et al* 2013).

En las dos variedades, la aplicación de 2,4-D a dosis de 10 ppm previa al tratamiento de desverdizado redujo drásticamente la incidencia de estos daños, aunque también produjo una disminución del índice de color, como se ha reportado previamente (Cronjé, 2005; Carvalho *et al*, 2008; Sawsen *et al* 2013). En la variedad Nero, en la que la aplicación del 2,4D se realizó en fruta con color inicial de 8, la reducción del color no supuso una limitación comercial, ya que la fruta alcanzó un color superior a +6 tras el desverdizado y superior a +7 en destino comercial. Sin embargo, la reducción en el color provocada por la aplicación del 2,4-D puede llegar a ser determinante en el caso de recolecciones con índices de color más bajos. Así, en la variedad Cleme-nules, con un IC en cosecha de -14, la reducción de la coloración causada por la aplicación del 2,4-D impidió que los frutos alcanzaran en destino el color mínimo exigido para su comercialización.

En la Tabla 1 pueden observarse los cambios en los diferentes parámetros de calidad evaluados en 'Nero' y 'Clemenules' al finalizar las diferentes comercializaciones (UE y USA). No se observaron diferencias relevantes entre la fruta desverdizada con o sin etileno en los parámetros estudiados, lo que coincide con resultados previos (Martínez-Jávega *et al*, 2008; Sdiri *et al*, 2010; Tietel *et al*, 2010; Sdiri *et al* 2012).

Los frutos de 'Nero' presentaron una firmeza elevada, similar en las tres recolecciones estudiadas. En todos los casos tras las diferentes comercializaciones los frutos presentaron valores de firmeza adecuados, con valores de deformación inferiores al 10%, valor citado como máximo aceptable para poder considerarlos de categoría Extra o Primera (Martínez-Jávega *et al*, 2004).

Figura 2. Porcentaje de frutos con alteraciones del cáliz de clementinas 'Nero' y 'Clemenules' desverdizadas durante 120 horas (20°C, 90% HR) con etileno (1-2 ppm, Et), sin etileno (0 ppm, Sin Et) o con aplicación previa de 2,4-D a 10 ppm (Et+2,4-D) comercializadas a la UE y USA con tratamiento de cuarentena por frío.

En la segunda recolección (R2) en la que los frutos fueron recolectados con un IC mayor (-14), ya tras el desverdizado con etileno más 1 día de atemperado (D+1), se alcanzaron IC próximos a +8, superando la coloración mínima exigida y tras la simulación de la comercialización se alcanzaron unas tonalidades muy atractivas, con IC cercanos a +9. Cuando los frutos fueron recolectados con un IC de -8,5 en la última recolección (R3), los IC alcanzados fueron más elevados, llegando a valores superiores a +10 al finalizar la comercialización a UE y USA.

Hay que remarcar que la respuesta al desverdizado de la variedad en estudio 'Nero' ha sido similar a la de su parental. Así, con la misma coloración en cosecha (IC=-14) las dos variedades alcanzaron tras el tratamiento de desverdizado las mismas tonalidades.

En ningún caso se obtuvieron coloraciones comerciales cuando los frutos fueron sometidos al desverdizado sin etileno.

Está ampliamente reportado que la aplicación de etileno exógeno durante la desverdización acelera la caída y ennegrecimiento del cáliz del fruto, provocando una pérdida de calidad con importan-

tes repercusiones comerciales (Cronjé, 2005; Martínez-Jávega *et al*, 2008; Salvador *et al*, 2008). Por ello, el tratamiento de desverdizado debe ser realizado bajo condiciones óptimas de concentración de etileno, temperatura, humedad y renovación del aire. Sin embargo hay que tener en cuenta que la susceptibilidad a estas alteraciones es dependiente de la variedad y que además puede verse afectada por factores precosecha (Carvalho *et al*, 2008; Sdiri *et al*, 2012).

En la campaña de estudio, la incidencia de alteraciones del cáliz asociada al tratamiento desverdización con etileno fue elevada, presentando unos porcentajes entre 80% y 100% de fruta afectada en las tres recolecciones de 'Nero' (Fig. 2). La variedad Clemenules mostró una incidencia de alteraciones similar. Hay que tener en cuenta que la variedad Clemenules no es una variedad que se clasifique como muy susceptible a estas alteraciones, sin embargo se ha reportado que ésta puede verse afectada por factores precosecha mostrando una incidencia elevada de alteraciones del cáliz en alguna de las campañas estudiadas (Sdiri *et al*, 2013). La elevada incidencia de alteraciones observada en las dos primeras recolecciones llevó a que en la última recolección se rea-

Tabla 1. Evolución de parámetros de calidad de clementinas 'Nero' y 'Clemenules' desverdizadas durante 120 horas (20°C, 90% HR) con etileno (1-2 ppm, Et), sin etileno (0 ppm, Sin Et) o con aplicación previa de 2,4-D a 10 ppm (Et+2,4-D) comercializadas a la UE y USA con tratamiento de cuarentena por frío.

Cultivar	Tratamiento	Firmeza (%def.10N)	TA (g ac. cítrico/ 100mL)	TSS (°Brix)	IM TSS/TA	Zumo (%)	Sabor (0-9)
Nero R1 (29 sept)	Cosecha	3,41 a	1,35 a	11,1 a	8,2 a	44,4 a	6,5 a
	UE-Sin Et	6,39 c	1,19 b	11,2 a	9,4 b	46,2 a	6,8 a
	UE-Et	5,77 b	1,19 b	11,1 a	9,4 b	50,1 b	6,8 a
	USA-Sin Et	6,09 bc	1,19 b	10,9 a	9,2 b	50,1 b	7,4 a
	USA-Et	5,81 b	1,21 b	11,0 a	9,1 b	51,3 b	7,5 a
Nero R2 (13 oct)	Cosecha	2,73 a	1,17 ab	10,4 a	8,9 a	45,0 a	6,8 a
	UE-Sin Et	7,26 c	1,08 a	10,8 ab	10,0 b	47,0 a	6,8 a
	UE-Et	6,05 b	1,09 a	11,0 b	10,1 b	46,8 a	6,7 a
	USA-Sin Et	6,34 b	1,16 ab	11,1 b	9,56 ab	47,0 a	6,8 a
	USA-Et	6,44 b	1,18 b	11,2 b	9,4 ab	47,4 a	7,0 a
Nero R3 (2 nov)	Cosecha	3,19 a	0,98 c	10,9 ab	11,1 a	46,6 a	7,7 b
	UE-Sin Et	7,24ab	0,76 ab	11,3 b	14,7 b	44,7 a	6,3 a
	UE-Et	6,68 b	0,74 ab	11,0 ab	14,9 b	47,7 a	6,2 a
	UE-Et +2,4-D	6,41 b	0,77 b	11,4 b	14,8 b	45,1 a	6,0 a
	USA-Sin Et	7,91 c	0,81 b	11,4 b	14,1 b	46,9 a	6,3 a
	USA-Et	6,92 b	0,70 a	10,7 a	14,4 b	49,0 a	7,2 ab
	USA-Et +2,4-D	6,22 b	0,77 b	11,4 b	14,8 b	47,1 a	7,2 ab
Clemenules (2 nov)	Cosecha	2,80 a	1,22 b	11,0 a	9,1 a	48,7 a	7,1 a
	UE-Sin Et	6,57 c	1,14 ab	11,3 ab	10,0 ab	50,6 a	7,2 a
	UE-Et	6,43 bc	1,02 a	11,4 ab	11,1 bc	51,1 a	7,3 a
	UE-Et +2,4-D	5,91 b	1,01 a	11,2 ab	11,0 bc	51,4 a	7,2 a
	USA-Sin Et	6,67 c	1,09 ab	11,5 b	10,7 bc	50,3 a	7,0 a
	USA-Et	6,57 c	1,00 a	11,4 ab	11,5 c	49,7 a	7,5 a
	USA-Et +2,4-D	6,50 bc	1,02 a	11,4 ab	11,1 bc	52,5 a	7,6 a

Valores seguidos de la misma letra para cada columna y recolección no son diferentes estadísticamente (Test LSD, 95%).

El IM en el momento de cosecha fue de 8,2, 8,9 y 11,1 en la R1, R2 y R3 respectivamente; el incremento en el IM con el avance de la campaña fue debido principalmente al descenso de acidez desde 1,35 g. ac. cítrico/100mL en la R1 hasta 0,98 g. ac. cítrico/100mL en la R3. Hay que hacer notar que los frutos de 'Clemenules' presentaron valores similares de acidez y SST que los frutos de 'Nero' con el mismo índice de color (IC=14), recolectados 15 días antes. Tras la simulación de la comercialización el IM experimentó un ligero incremento que fue más acusado en la última recolección (R3) de 'Nero', debido al mayor descenso de acidez.

La dos variedades presentaron en recolección y tras las diferentes comercializaciones valores de porcentaje de zumo superiores al 40% exigido por la legislación (Reglamento UE N° 543/2011).

Los valores de etanol en zumo tras la desverdización y posterior comercialización no superaron en ningún caso 40 mg/100mL (datos no mostrados), valores que están muy por debajo de aquellos que

se relacionan con la aparición de malos sabores en cítricos, por encima de 150 mg/100mL (Hagenmaier, 2002; Obenland *et al.*, 2011; Tietel *et al.*, 2010).

Los bajos contenidos en etanol del zumo y los adecuados de SST e IM redundan en una buena valoración del sabor global del fruto tanto en cosecha como tras las diferentes comercializaciones.

CONCLUSIÓN

La variedad Nero presentó una buena respuesta al tratamiento de desverdizado con adición de etileno, mostrando un cambio de color homogéneo y sin verse afectada la calidad interna del fruto tras la comercialización a países de la UE y a USA bajo condiciones de cuarentena por frío.

Para obtener la coloración exigida para su comercialización tras el desverdizado, se recomienda que la recolección de los frutos de 'Nero' se realice con un índice de color superior a -14, valor que se alcanza 15 días antes que su parental 'Clemenules'.

En la campaña de estudio, la variedad Nero presentó una sensibilidad a las alteraciones del cáliz asociadas al desverdizado con etileno similar a la que presentó 'Clemenules', que se redujo de forma importante con la aplicación de un tratamiento previo con auxinas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua (GVA). Los autores quieren expresar su agradecimiento a la empresa Fontestad S.A. por la colaboración prestada, y al grupo de investigación del Centro de Genómica (IVIA).

BIBLIOGRAFÍA

- Carvalho, C.P., Salvador, A., Navarro, P., Monterde, A., Martínez-Jávega, J.M., 2008. Effect of auxin treatments on calyx senescence in the degreening of four mandarin cultivars. *HortScience* 43, 747-752.
- Cronjé, P.J.R., Crouch, E.M., Huysamer, M., 2005. Postharvest calyx retention of citrus fruit. *Acta Hort.* 682, 369-374.
- Hagenmaier, R. D., Shaw, P. E. 2002. Changes in volatile components of stored tangerines and other specialty citrus fruits with different coatings. *J. Food Sci.* 67: 1742-1745.
- Iglesias, D.J., Usach, A., Ibáñez, V., Talón, M. 2006. Dos nuevos registros de Clementina (Citrus clementina Hort. ex Tan.) Clemenver y Nero. *Comunidad Agraria*, 8: 29-32.
- Marcilla, A., Zarzo, M., del Río, M.A. 2006. Effect of storage temperature on the flavour of citrus fruit. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4: 336-344.
- Martínez-Jávega, J.M., Cuquerella, J., Salvador, A., Monterde, A., Navarro, P. 2004. Adecuación de tratamientos postcosecha a parámetros de recolección de mandarinas y naranjas de España. *Red Interamericana de Cítricos*. No. 23 y 24: 23-33.
- Martínez-Jávega, J.M., Monterde, A., Navarro, P., Salvador, A. 2008. Response of new clementines to degreening treatment. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 11, 1342-1346.
- Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J., Arpaia, M.L. 2011. Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids and aroma volatile composition. *Postharvest Biology and Technology*, 59: 187-193.
- Salvador, A., Navarro, P., Monterde, A., Martínez-Jávega, J.M. 2008. Postharvest application of auxins to control calyx senescence in clementines submitted to degreening treatment. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 11, 1377-1382.
- Sdiri, S., Navarro, P., Salvador, A. 2010. Postharvest degreening treatment on citrus fruit: effect on external and internal quality, in: Slaker, D.A. (Ed.), *Citrus Fruits: Properties, Consumption and Nutrition*. Nova Science Publishers, Inc., New York, pp.137-149.
- Sdiri, S., Navarro, P., Monterde, A., Ben abda, J., Salvador, A. 2012. New degreening treatments to improve the quality of citrus fruit combining different periods with and without ethylene exposure. *Postharvest Biol. Technol.* 63, 25-32.
- Sdiri, S., Navarro, P., Salvador, A. 2013. Postharvest application of a new growth regulator reduces calyx alterations of citrus fruit induced by degreening treatment. *Postharvest Biology and Technology* 75 (2013) 68-74.
- Tietel, Z., Bar, E., Lewinsohn, E., Feldmesser, E., Fallik, E., Porat, R. 2010. Effects of wax coatings and postharvest storage on sensory quality and aroma volatile composition of 'Mor' mandarins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 995-1007.
- Usach, A., Boix, A., Herreo-Ortega, A., Iglesias, D.J., Muñoz-Sanz, J.V., Navarro, P., Salvador, A., Talón, M. 2011. Nero, una variedad temprana de clementino sin semillas. Calidad de la fruta, cualidades organolépticas y características agronómicas. *Rev. Levante Agrícola*, N° 404: 6-12.